

ЕКОНОМІКА, МЕНЕДЖМЕНТ ТА ЕКОЛОГІЯ ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ И ЭКОЛОГИЯ ECONOMY, MANAGEMENT AND ECOLOGY

УДК 519.86

**Б. Є. Грабовецький, к. е. н., доц.; О. В. Мороз, д. е. н., проф.;
Л. М. Савчук, асп.**

**Б. Е. Грабовецкий, к. э. н., доц.; О. В. Мороз, д. э. н., проф.;
Л. М. Савчук, асп.**

**B. Grabovetsky, Cand. Sc. (Econ.), Assist. Prof.;
O. Moroz, Dr. Sc. (Econ.), Prof.; L. Savchuk, Post-Graduate**

ВИРОБНИЧА ФУНКЦІЯ ЯК ЗАСІБ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ КАК СРЕДСТВО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

PRODUCTION FUNCTION AS A WAY FOR THE ECONOMIC RESEARCH IMPROVEMENT

Оцінено подальші перспективи використання математичних методів в економіці. Зокрема розглянуто виробничу функцію як специфічну економіко-статистичну модель, яка відображає залежність обсягу випуску продукції від факторів виробництва, а також економічний зміст параметрів виробничих функцій та наведено їх інтерпретацію. Запропоновано методику проведення економічного аналізу та прогнозування на основі виробничої функції. Пропоновані методики проведення економічних досліджень апробовані на підставі даних ВАТ «Вінницький олійножировий комбінат».

Оценены последующие перспективы использования математических методов в экономике. В частности рассмотрена производственная функция как специфическая экономико-статистическая модель, отображающая зависимость объема выпуска продукции от факторов производства, а также экономический смысл параметров производственных функций и приведена их интерпретация. Изложена методика проведения экономического анализа и прогнозирования на основе производственной функции. Предложенные методики проведения экономических исследований апробированы на основании данных ОАО «Винницкий масложировой комбинат».

The paper evaluates the further prospects of mathematical methods' application to the economics. In particular, there had been considered the production function as the specific economic and statistical model, mapping the production output dependence on the production factors, as well as the economic essence of the production functions' parameters along with their interpretation. There had also been suggested the methodics for conducting the economic analysis and forecasting activity procedure, based upon the production function. The suggested procedure of economic researches is tested on the basis of the economic background of Vinnytsia Oil and Fat Plant.

Вступ

Використання математичних методів в управлінні виробництвом пов'язано, як правило, з моделюванням економічних процесів і явищ.

Із сукупності економічних моделей, які використовуються в управлінні, слід виділити виробничі функції, як складову частину системи економіко-статистичних моделей.

Виробнича функція вперше була побудована американськими економістами Г. Коббом і П. Дугласом у 1928 р. на підставі даних економіки США за 1899—1922 рр. [1]. Це двофакторна

модель залежності обсягу продукції від використаних ресурсів:

$$y = AL^{\alpha}K^{\beta}, \quad (1)$$

де y — обсяг виготовленої продукції (объем выпущенной продукции; volume of production); L — величина трудових витрат (величина трудовых затрат; labour content per unit of output); K — обсяг функціонуючих виробничих фондів (объем функционирующих производственных фондов; volume of current production facilities); A , α , β — параметри функції (параметры функции; function parameters).

На практиці для реалізації математичного апарату на ЕОМ і проведення економічних досліджень степеневая форма рівняння (1) перетворюється в лінійно-логарифмічну

$$\ln y = \ln a_0 + \alpha \ln L + \beta \ln K, \quad (2)$$

де K — виробничі фонди (производственные фонды; production facilities volume).

Для поглиблення економічних досліджень, особливо у напрямку розширення можливостей факторного аналізу, доцільно проводити деталізацію окремих узагальнювальних факторів, що визначають рівень результативного показника. Відносно виробничих функцій така деталізація здійснюється шляхом заміни комплексного показника K його складовими частинами: основними виробничими фондами і оборотними фондами. В результаті двофакторні рівняння (1), (2) перетворюються у трифакторні — величина трудових витрат, основні виробничі фонди і оборотні фонди.

В залежності від масштабу дослідження розрізняють макроекономічні і мікроекономічні виробничі функції. Перші вивчають взаємозв'язки на рівні народного господарства, окремих його сфер (промисловість, сільське господарство, транспорт тощо), регіонів і навіть комплексних галузей; другі вивчають залежності на рівні спеціалізованих галузей, об'єднань, підприємств.

У економічних дослідженнях виробничі функції використовуються для проведення економічного аналізу, побудови прогнозів, вибору оптимальних варіантів прийняття управлінських рішень.

З огляду на зазначене, виробнича функція повністю відповідає вимогам, які висуваються до будь-якої моделі: побудована модель має наукову і практичну цінність лише у тому випадку, якщо вона виконує аналітичну і прогностичну функції.

Незважаючи на ефективність, використанню виробничої функції, як інструменту економічних досліджень, теоретичному обґрунтуванню та практичному використанню їх на нижчих рівнях управління — галузі і особливо окремих підприємств — по суті не приділялася достатня увага [2]. В агропромисловому комплексі дослідження виробничої функції здійснювалось у основному для бурякоцукрового комплексу [3, 4]. В нинішніх умовах господарювання кожне підприємство повинно стати об'єктом, де перевіряються, а згодом впроваджуються найсучасніші методи дослідження.

З огляду на вищесказане, далі наведено методику проведення економічних досліджень на основі використання виробничих функцій для ВАТ «Вінницький олійножировий комбінат».

Використання нових методів в економічних дослідженнях виправдане лише в тому випадку, якщо вони ефективніші, методологічно досконаліші, або забезпечують вищу точність розрахунків порівняно з усталеними. Водночас, новий прийом дослідження дозволяє інколи не тільки доповнити традиційні прийоми, але і забезпечити цілковито новий напрям економічних досліджень.

Вступление

Использование математических методов в управлении производством связано, как правило, с моделированием экономических процессов и явлений.

Из набора экономических моделей, используемых в управлении, следует выделить производственные функции, как элемент системы экономико-статистических моделей.

Впервые производственная функция была построена американскими экономистами Г. Коббом и П. Дугласом в 1928 г. на основе данных экономики США за 1899—1922 гг. [1].

Она представляет собой двухфакторную модель зависимости объема продукции от использованных ресурсов (1).

На практике для реализации математического аппарата на ЭВМ и проведения экономических исследований степенная форма уравнения (1) преобразуется в линейно-логарифмическую форму (2).

Для углубления экономических исследований, особенно в направлении расширения возможностей факторного анализа, целесообразно проводить детализацию отдельных обобщающих факторов, которые определяют уровень результативного показателя. Для производственных функций такая детализация осуществляется путем замены комплексного показателя K его со-

ставними частями: основними производственными фондами и оборотными фондами. В результате двухфакторные уравнения (1), (2) превращаются в трехфакторные — величина затрат труда, основные производственные фонды и оборотные фонды.

В зависимости от масштаба исследования различают макроэкономические и микроэкономические производственные функции. Первые изучают взаимосвязи на уровне народного хозяйства, отдельных его секторов (промышленность, сельское хозяйство, транспорт и т. д.), регионов и даже комплексных отраслей; вторые изучают зависимости на уровне специализированных отраслей, объединений, предприятий.

В экономических исследованиях производственные функции используются для проведения экономического анализа, построения прогнозов, выбора оптимальных вариантов принятия управленческих решений.

Ввиду вышеизложенного, производственная функция полностью отвечает требованиям, предъявляемым к любой модели: построенная модель обладает научной и практической ценностью лишь в том случае, если она исполняет аналитическую и прогностическую функции.

Несмотря на эффективность, использованию производственной функции, как инструмента экономических исследований, теоретическому обоснованию и практическому их использованию на нижних уровнях управления — отрасли и особенно отдельных предприятий — не уделялось должного внимания [2]. В агропромышленном комплексе исследование производственной функции производилось в основном для сахарной промышленности [3, 4]. В современных хозяйственных условиях каждое предприятие должно стать объектом, где проверяются, а со временем и внедряются современные методы исследования.

Принимая во внимание выше сказанное, далее изложена методика проведения экономических исследований на основе использования производственных функций для ОАО «Винницкий масло-жировой комбинат».

Использование новых методов в экономических исследованиях оправдано лишь в том случае, если они более эффективны, методологически более совершенны, или же обеспечивают более высокую точность расчетов по сравнению с принятыми. В тоже время, новый прием исследования позволяет иногда не только дополнить традиционные приемы, но и обеспечить совершенно новое направление экономических исследований.

Introduction

The application of the mathematical methods to the production management is usually associated with the simulation of the economic processes and phenomena.

The production functions, being the component of the system of economic and statistic models, should be singled out from the variety of economic models, used in the management.

The American economists G. Cobb and P. Douglas were first to build the production function in 1928, which was based upon the U.S. economy data in 1899—1922 [1].

It is a two-factor model of the volume output dependence upon the used resources (1).

For practical realization of the mathematical apparatus on the PC and conducting the economic researches, the exponential equation (1) is being transformed into the linear logarithmic form (2).

In order to extend the economic researches, especially in the direction of the factor analysis improvement, it makes sense to detail the separate generalising factors, which determine the level of the effective characteristics. As for the production functions, such a detailing is conducted by the replacement of the complex index K with its components, *i. e.* capital assets and floating assets. As a result, the two — factor equations (1), (2) are transformed into the three-factor ones, consisting of labour cost, capital assets and floating assets.

The level of the research activities differentiates between the macroeconomic and microeconomic production functions. The macroeconomic production functions study the interrelations on the level of the national economy and its separate sectors (industry, agriculture, transport, etc.), regions and even complex branches of industry. The microeconomic production functions study the interrelations on the level of special branches of industry, production associations, and enterprises.

In economic researches, the production functions are applied to the economic analysis, forecasting activity, decision-making processes, based on the optimum alternative.

In view of the above, the production function is in full conformity with the requirements to any model, which are as follows: the built model is of scientific and practical value only if it performs analytical and prognostic functions.

Despite its efficiency, the use of the production function as an instrument of economic research, its theoretical backgrounding and practical application on the lower management

level, i.e. branch of industry and especially separate enterprise, as a matter of fact has been disregarded. In the agroindustrial complex the production function's researches were conducted mainly for the sugar-beet growing complex and sugar industry [3, 4]. Each modern enterprise has to become the unit for checking out and introduction of modern research methods.

Considering the above, we present the methods for conducting the economic researches on the basis of application of the production function for the Joint Stock Company "Vinnytsya Oil and Fat Plant".

The application of the new methods in economic researches is relevant only if they are more efficient, more improved methodologically and ensure higher calculation accuracy in comparison with the conventional approaches. At the same time the new research technique allows not only to supplement the conventional approaches, but to establish the entirely new trend of economic research.

Економічний аналіз

Наведені вище класичні виробничі функції (1), (2) відображають залежність обсягу виробництва від трудових затрат та виробничих фондів — основних і оборотних.

Такий склад виробничих функцій застосовується на верхньому рівні управління, для галузей, об'єднань підприємств з широким асортиментом випуску продукції.

Разом з тим, як показує досвід, канонізація складу факторів класичної виробничої функції не завжди виправдана [3]. Кількість і склад факторів у виробничій функції повинні визначатися специфікою досліджуваних підприємств (об'єднань, галузей). Вибір факторів вважається одним із найважливіших етапів побудови виробничої функції.

З огляду на висловлене вище розглянемо особливості побудови і аналізу виробничої функції для олійножирової промисловості на прикладі підприємства ВАТ «Вінницький олійножировий комбінат».

Будуючи виробничу функцію для досліджуваного підприємства важливо врахувати ряд специфічних особливостей галузі: сезонний характер виробництва, використання однорідної сировини рослинного походження, яка поступово псується, вплив на обсяг виробництва вмісту в сировині корисного компоненту (олійність насіння), монопродуктовий характер виробництва (в основному соняшникова олія).

Характер виробництва обумовлює склад факторів виробничої функції.

Так, враховуючи особливості технології виробництва, чисельність виробничого персоналу не визначає обсяг виробництва. Взагалі в сучасних умовах розвитку суспільного виробництва, який характеризується високим рівнем механізації, автоматизації та комп'ютеризації робіт, ні вартість основних промислово-виробничих фондів, ні навіть обсяг продукції нині не завжди відображають рівень концентрації виробництва. Названий показник повніше відображає «виробнича потужність», яка по суті характеризує потенційні можливості основних засобів [4].

Фактор «предмети праці» в олійножировій промисловості найкращим чином відображається не у знеособленому показнику вартості оборотних фондів, а в конкретній величині — кількості насіння, що надійшло на переробку. Крім загальної маси насіння у рівняння виробничої функції слід включити окремим фактором вміст олії, тобто олійність насіння. Нарешті, враховуючи монопродуктовий характер виробництва, доцільно в якості досліджуваного результативного показника ввести в модель не вартість товарної продукції (як це робиться у багатонаменклатурних галузях), а обсяг виробленої олії у натуральному вимірі.

Таким чином, виробнича функція для олійножирової промисловості може бути описана таким рівнянням

$$\ln y = a_0 + a_1 \ln x_1 + a_2 \ln x_2 + a_3 \ln x_3, \quad (3)$$

де y — кількість виробленої олії, т (количество выпущенного подсолнечного масла, т; volume of oil produced, tonnes); x_1 — кількість насіння, призначеного для переробки, т (количество семян, предназначенных для переработки, т; oil-seed volume in processing, tonnes); x_2 — олійність насіння, % (масличность семян; oil content); x_3 — виробнича потужність, тис. т (производственная мощность, тыс. т; pro-

ducing capacity, thousand tonnes).

Виробнича функція (3) є оригінальною і за таким складом показників вважається ідеальною.

Рівняння (3) реалізовано за даними ВАТ «Вінницький олійножировий комбінат» за 11 років.

У результаті реалізації виробнича функція має такий вигляд:

$$\ln y = -5,2809 + 0,9968 \ln x_1 + 1,1367 \ln x_2 + 0,0330 \ln x_3. \quad (4)$$

Кожне побудоване рівняння повинно бути перевірено на логічну і статистичну адекватність, а також на статистичну надійність.

Логічна адекватність означає відповідність моделі досліджуваним процесам. Для багатofакторних моделей логічна адекватність перевіряється на відповідність знаків при невідомих досліджуваного показника.

Оскільки за економічним змістом між факторами і досліджуваним показником існує прямий зв'язок, тобто збільшення (зменшення) будь-якого фактора призводить до збільшення (зменшення) досліджуваного показника, то додатні знаки при невідомих свідчать про логічну адекватність рівняння досліджуваному процесу.

Статистична адекватність та статистична надійність рівняння оцінюється за системою статистичних характеристик і критеріїв, зокрема, кореляційного відношення η , середньої помилки апроксимації $\bar{\epsilon}$, критерію Фішера F , d -статистики d .

Так, згідно з розрахунками $\eta = 0,99997$; $\bar{\epsilon} = 0,3\%$; $F_p = 11887,9$; $F_m(p = 0,99) = 3,17$; $d_p = 2,12$; $d_m = 1,75$ (p — розрахункове значення; m — табличне значення; $p = 0,99$ — прийнята ймовірність).

Значення кореляційного відношення η свідчить про тісний зв'язок між факторами і результативним показником. Невелике значення середньої помилки апроксимації $\bar{\epsilon}$ додатково до кореляційного відношення підтверджують адекватність рівняння досліджуваному процесу.

Оскільки $F_p > F_m$, то можна стверджувати, що рівняння статистично істотне, а про відсутність автокореляції свідчить те, що $d_p > d_m$.

Перш ніж перейти до аналізу параметрів і характеристик рівняння, необхідно перевірити рівняння на наявність мультиколінійності — тісного зв'язку між окремими факторами. Вважається, що мультиколінійність присутня у тому випадку, коли парний коефіцієнт кореляції r між двома факторами більший 0,8; тобто $r_{x_i x_j} > 0,8$. Наявність мультиколінійності не дозволяє виділити вплив окремих факторів на випуск продукції.

Розрахунки парних коефіцієнтів кореляції між окремими факторами дали такі результати: $r_{x_1 x_2} = 0,316$; $r_{x_1 x_3} = 0,476$; $r_{x_2 x_3} = 0,441$.

Наведені дані свідчать про відсутність мультиколінійності.

Коефіцієнт детермінації η^2 характеризує сумісний вплив всіх факторів на досліджуваний показник. Значення його свідчить про те, що включені у рівняння фактори на 99,994 %, тобто фактично повністю визначають зміну обсягу продукції.

В степеневих або лінійно-логарифмічних рівняннях коефіцієнти при невідомих a_i є по суті коефіцієнтами еластичності. Останній показує на скільки відсотків зміниться досліджуваний показник в разі зміни певного фактора на 1 % за фіксованого значення решти факторів.

Відносна ефективність ресурсів характеризується такими даними. Зі збільшенням (зменшенням) маси насіння на 1 % обсяг виробництва олії відповідно збільшиться (зменшиться) на 0,9968 %; зі збільшенням (зменшенням) олійності насіння на 1 % обсяг виробництва продукції відповідно збільшиться (зменшиться) на 1,1367 %; збільшення (зменшення) виробничої потужності на 1 % відповідно приведе до збільшення (зниження) обсягу виробництва олії на 0,033 %.

Стосовно олійності насіння слід звернути увагу на таке: коли один із факторів, включених у модель, оцінюється у відсотках, то для такого фактора коефіцієнт еластичності відображає немовби подвійний відсоток. В такому випадку коефіцієнт еластичності не має конкретного економічного змісту. Можливість інтерпретації параметрів, що оцінюються у відсотках, досягається шляхом використання інших показників. Це буде проілюстровано нижче.

Разом з оцінкою відносного впливу окремих факторів на рівень досліджуваного показника, що визначається коефіцієнтом еластичності, в техніко-економічному аналізі дуже важливо оцінити і абсолютний вплив цих же факторів на рівень досліджуваного показника, тобто визначається на скільки одиниць зміниться результативний показник зі зміною певного фактора на одну одиницю (в прийнятих одиницях виміру) за фіксованого значення решти факторів.

Абсолютний вплив факторів на результативний показник оцінюється за показником «абсолютна віддача» («додатковий продукт», «гранична продуктивність»), який обчислюється за формулою:

$$\frac{\partial y}{\partial x_i} = a_i \frac{\bar{y}}{\bar{x}_i}, \quad (5)$$

де a_i — коефіцієнт при i -му факторі (коэффициент при i -ом факторе; coefficient of the factor i); y — середнє значення результативного показника (среднее значение результативного показателя; average value of the resulting index); \bar{x}_i — середнє значення i -го фактора (среднее значение i -го фактора; average value of the factor i).

Якщо у формулу (5) підставити відповідні дані, то отримуємо такі значення абсолютної віддачі:

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} = 0,4321; \quad \frac{\partial y}{\partial x_2} = 788,4793; \quad \frac{\partial y}{\partial x_3} = 5,3039. \quad (6)$$

Отже, абсолютна гранична ефективність ресурсів характеризується такими даними: в разі збільшення (зменшення) маси переробленого насіння на 1 т кількість виробленої продукції збільшиться (зменшиться) на 0,4321 т; зі збільшенням (зменшенням) олійності насіння на 1 % обсяг продукції збільшиться (зменшиться) на 788,4739 т (за умови, що маса переробленого насіння буде така ж сама, як і в досліджуваному періоді); збільшення (зменшення) виробничої потужності на 1 тис. т призведе до збільшення (зменшення) кількості продукції на 5,3039 т.

Виробнича потужність впливає на обсяг продукції опосередковано через тривалість виробничого сезону. В разі фіксованого обсягу насіння скорочення тривалості виробничого сезону завжди сприяє збільшенню обсягу випущеної олії в результаті зменшення втрат у процесі зберігання сировини.

Фактори, що входять до складу виробничої функції, в певному сенсі взаємозамінні. Це означає, що одиницю одного ресурсу можна замінити певною кількістю іншого ресурсу (фактора) так, що обсяг продукції при цьому не зміниться. Виробнича функція для олійножирової промисловості найбільше відповідає умові взаємозамінності ресурсів.

Аналіз взаємозамінності для кожної пари факторів проводиться за допомогою граничної норми заміщення, що визначається як співвідношення розглянутих вище величин граничної абсолютної ефективності факторів зі знаком (—) «мінус».

Економічний смисл факторів, включених у виробничу функцію для олійножирової промисловості, дозволяє дати реальну інтерпретацію показника граничної норми заміщення.

Гранична норма заміщення між факторами «олійність насіння» та «обсяг насіння», «виробнича потужність» та «обсяг насіння» відповідно дорівнюють:

$$\frac{\partial y}{\partial x_2} : \frac{\partial y}{\partial x_1} = - (788,4793:0,4321) = -1824,76; \quad (7)$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_3} : \frac{\partial y}{\partial x_1} = - (5,3039:0,4321) = -12,27; \quad (8)$$

Це означає, згідно з розрахунками (7), що підвищення олійності насіння по Вінницькому олійножировому комбінату на 1 % рівнозначно додатковій переробці 1824,76 т насіння. Іншими словами, якщо підвищити олійність насіння на 1 %, то можна отримати ту ж кількість олії, скоротивши переробку насіння на 1824,76 т.

Якщо врахувати, що за останні роки середня урожайність соняшнику складає приблизно 13 ц/га, то підвищення олійності насіння на 1 % при фіксованому значенні обсягу виробництва дозволить вивільнити з обороту приблизно 1404 га орних земель.

Згідно з розрахунками (8) збільшення виробничої потужності на 1 тис. т рівнозначно додатковій переробці 12,27 т насіння.

Показники граничної норми заміщення використовуються для вибору оптимальних рішень. Вони дозволяють обрати стратегію розвитку підприємства.

Прогнозування

На підставі побудованої виробничої функції можна скласти прогноз досліджуваного показника.

Для перевірки придатності рівняння виробничої функції для побудови прогнозу використовується прийом «прогноз екс-пост». Суть цього методу. Наявний масив інформації ділиться на дві частини (періоди). На підставі першої частини будується рівняння виробничої функції. Якщо побудоване рівняння відповідає встановленим вимогам, то на його підставі складається прогноз на другий період. Наявність прогнозних і фактичних даних дозволяє оцінити точність прогнозу (таблиця).

Порівняльна оцінка фактичних і прогнозних значень виробництва олії

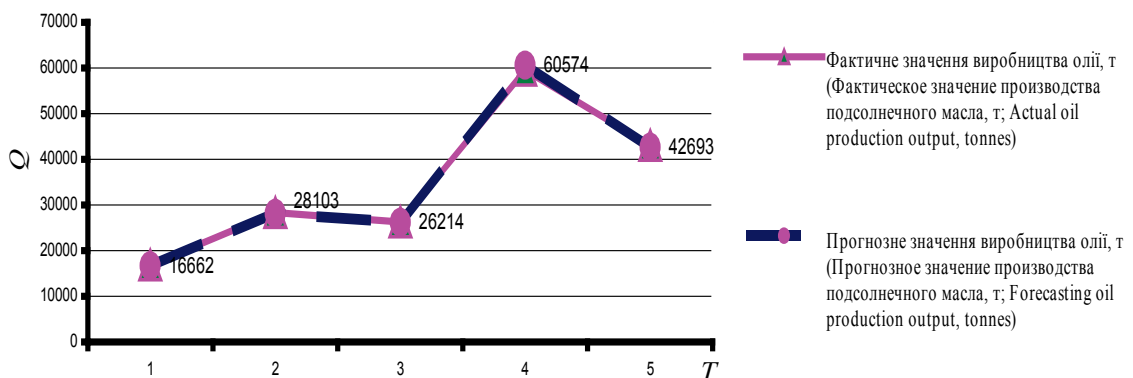
Сравнительная характеристика фактических и прогнозных значений производства подсолнечного масла

Comparative characteristics of actual and forecasting oil production output

Рік (Год, Year)	Фактичне значення виробництва олії, т (Фактическое значение производства подсолнечного масла, т Actual Oil Production Output, tonnes)	Прогнозне значення виробництва олії, т (Прогнозное значение производства подсолнечного масла, т Forecasting Oil Production Output, tonnes)	Відхилення (Отклонение, Deviation)	
			Абсолютне, т (Абсолютное, т Absolute deviation, tonnes)	Відносне, % (Относительное, % Relative deviation, %)
1	16908	16662	246	1,4
2	28310	28103	207	0,7
3	26295	26214	81	0,3
4	59518	60574	– 1056	– 1,8
5	43023	42693	330	0,8
Середнє значення (Среднее значение. Mean observation)			384	0,8

Так, складений за цією методикою прогноз для Вінницького ОЖК (6 років — «передісторія», 5 років — прогноз) свідчить про високу точність результатів: середнє відхилення становить 0,8 %; максимальне — 1,8 %; мінімальне — 0,3 %).

Відображені на рисунку фактичні і прогнозні значення досліджуваного показника також свідчать про високу точність прогнозу.



Порівняння фактичних і прогнозних значень обсягу виробництва олії: T — роки; Q — обсяг виробництва олії, т

Сравнение фактических и прогнозных значений объема производства подсолнечного масла: T — года; Q — объем производства подсолнечного масла, т

Прогноз на основі виробничої функції можна побудувати на будь-який період за наявності очікуваних значень факторних ознак.

Однак, особливо ефективними є короткострокові прогнози у олійножировій промисловості, якщо скористатися досвідом цукрової промисловості щодо одержання оперативних даних про очікуваний валовий збір сировини та вміст корисного компонента [4].

Результати короткострокових прогнозів виконують роль сигнальної системи, яка сповіщає про стан досліджуваного процесу, а, отже, дає можливість своєчасно запобігти впливу негативних явищ зовнішнього середовища.

Экономический анализ

Вышеизложенные классические производственные функции (1), (2) отображают зависимость объема производства от трудовых затрат и производственных фондов — основных и оборотных.

Такой состав производственных функций используется на верхнем уровне управления, для отраслей, объединений предприятий с широким ассортиментом выпуска продукции.

Вместе с тем, канонизация состава факторов классической производственной функции, как показывает опыт, не всегда оправдана [3]. Количество и состав факторов в производственной функции должны определяться спецификой исследуемых предприятий (объединений, отраслей). Выбор факторов считается одним из наиболее важных этапов построения производственной функции.

Ввиду выше сказанного рассмотрим особенности построения и анализа производственной функции для масложировой промышленности на примере предприятия ОАО «Винницкий масложировой комбинат».

При построении производственной функции для исследуемого предприятия важно учесть ряд специфических особенностей отрасли: сезонный характер производства, использование однородного скоропортящегося сырья растительного происхождения, влияние на объем производства содержания в сырье полезного компонента (масличность семян), монопродуктовый характер производства (в основном подсолнечное масло).

Характер производства обуславливает состав факторов производственной функции.

Так, в силу особенностей технологии производства, численность производственного персонала не определяет объем производства. В современных условиях развития общественного производства, которое характеризуется высоким уровнем механизации, автоматизации и компьютеризации работ, ни стоимость основных промышленно-производственных фондов, ни даже объем продукции сегодня не всегда отображают уровень концентрации производства. Упомянутый показатель более полно отображает «производственная мощность», которая по существу характеризует потенциальные возможности основных средств [4].

Фактор «предметы труда» в масложировой промышленности наилучшим образом отображается не через обезличенный показатель стоимости оборотных фондов, а с помощью конкретной величины — количества семян, поступивших на переработку. Кроме общей массы семян в уравнение производственной функции следует включить в качестве отдельного фактора содержание растительного масла, то есть масличность семян. Наконец, принимая во внимание монопродуктовый характер производства, целесообразно в качестве исследуемого результативного показателя ввести в модель не стоимость товарной продукции (как это делается в многономенклатурных отраслях), а объем произведенного подсолнечного масла в натуральном выражении.

Таким образом, производственная функция для масложировой промышленности может быть представлена уравнением (3).

Производственная функция (3) является оригинальной и с таким составом показателей считается идеальной.

Уравнение (3) реализовано на основе данных ОАО «Винницкий масложировой комбинат» за 11 лет.

В результате реализации производственная функция приобретает вид (4).

Каждое построенное уравнение должно быть проверено на логическую и статистическую адекватность, а также на статистическую надежность.

Логическая адекватность подразумевает соответствие модели исследуемым процессам. Для многофакторных моделей логическая адекватность проверяется на соответствие знаков при неизвестных исследуемого показателя.

Так как, исходя из экономического смысла, между факторами и исследуемым показателем существует прямая связь, то есть увеличение (уменьшение) любого из факторов приводит к увеличению (уменьшению) исследуемого показателя, тогда знаки «плюс» при неизвестных свидетельствуют о логической адекватности уравнения исследуемому процессу.

Статистическая адекватность и статистическая надежность уравнения оценивается с помощью системы статистических характеристик и критериев, в частности, корреляционного отношения η , средней ошибки аппроксимации $\bar{\varepsilon}$, критерия Фишера F d -статистики d .

Таким образом, согласно произведенным расчетам: $\eta = 0,99997$; $\bar{\varepsilon} = 0,3 \%$; $F_p = 11887,9$; $F_m(p = 0,99) = 3,17$; $d_p = 2,12$; $d_m = 1,75$ (p — расчетное значение; m — табличное значение; $p = 0,99$ — принятая вероятность).

Значение корреляционного отношения η свидетельствует о тесной взаимосвязи между факторами и результирующим показателем. Небольшое значение средней ошибки аппроксимации $\bar{\varepsilon}$ вместе с корреляционным отношением подтверждают адекватность уравнения исследуемому процессу.

Так как $F_p > F_m$, следовательно, можно утверждать, что уравнение является статистически существенным, а об отсутствии автокорреляции свидетельствует то, что $d_p > d_m$.

Прежде, чем приступить к анализу параметров и характеристик уравнения, следует проверить уравнение на присутствие мультиколлинеарности — тесной связи между отдельными факторами. Принято считать, что мультиколлинеарность присутствует в том случае, когда парный коэффициент корреляции r между двумя факторами более 0,8; то есть $r_{x_i x_j} > 0,8$.

Присутствие мультиколлинеарности не позволяет выделить влияние отдельных факторов на выпуск продукции.

Расчеты парных коэффициентов корреляции между отдельными факторами дали такие результаты: $r_{x_1 x_2} = 0,316$; $r_{x_1 x_3} = 0,476$; $r_{x_2 x_3} = 0,441$.

Эти данные свидетельствуют об отсутствии мультиколлинеарности.

Коэффициент детерминации η^2 характеризует совместное влияние всех факторов на исследуемый показатель. Его значение свидетельствует о том, что введенные в уравнение факторы на 99,994 %, то есть фактически полностью определяют изменение объема продукции.

В степенных или линейно-логарифмических уравнениях коэффициенты при неизвестных a_i являются, по сути, коэффициентами эластичности. Они показывают, на сколько процентов изменится исследуемый показатель при изменении определенного фактора на 1 % при фиксированном значении остальных факторов.

Относительная эффективность ресурсов характеризуется такими данными. При увеличении (уменьшении) массы семян на 1 % объем производства подсолнечного масла соответственно возрастет (уменьшится) на 0,9968 %; при увеличении (уменьшении) масличности семян на 1 % объем производства продукции соответственно возрастет (уменьшится) на 1,1367 %; увеличение (уменьшение) производственной мощности на 1 % соответственно приведет к увеличению (снижению) объема производства подсолнечного масла на 0,033 %.

Что касается масличности семян, то здесь нужно обратить внимание на следующее: когда один из факторов модели оценивается в процентах, то для такого фактора коэффициент эластичности отражает как бы двойной процент. В таком случае коэффициент эластичности не имеет конкретного экономического смысла. Возможность интерпретации параметров, оцениваемых в процентах, достигается путем использования иных показателей. Это будет проиллюстрировано ниже.

Наряду с оценкой относительного влияния отдельных факторов на уровень исследуемого показателя, которое определяется с помощью коэффициента эластичности, в технико-экономическом анализе важно также оценить и абсолютное влияние этих же факторов на уровень исследуемого показателя. Для этого определяется, на сколько единиц изменится результирующий показатель, если изменить определенный фактор на одну единицу (в принятых единицах измерения) при фиксированном значении остальных факторов.

Абсолютное влияние факторов на результирующий показатель оценивается с помощью показателя «абсолютная отдача» («дополнительный продукт», «границная продуктивность»), который рассчитывается по формуле (5).

Если в формулу (5) подставить соответствующие данные, то получим следующие значения абсолютной отдачи (6).

Следовательно, абсолютная граничная эффективность ресурсов характеризуется такими данными: при увеличении (уменьшении) массы переработанных семян на 1 т объем выпущенной продукции возрастет (уменьшится) на 0,4321 т; при увеличении (уменьшении) масличности семян на 1 % объем продукции возрастет (снизится) на 788,4739 т (при условии, что масса переработанных семян будет такая же, как и в исследуемом периоде); увеличение (снижение) производственной мощности на 1 тыс. т приведет к увеличению (снижению) объема продукции на 5,3039 т.

Производственная мощность влияет на объем продукции косвенно посредством длительности производственного сезона. При фиксированном объеме семян сокращение длительности производственного сезона всегда благоприятствует увеличению объема выпущенного подсолнечного масла в результате сокращения потерь в процессе хранения сырья.

Факторы, которые входят в состав производственной функции, в некотором роде являются взаимозаменяемыми. Это значит, что единицу одного ресурса можно заменить некоторым количеством другого ресурса (фактора) таким образом, что объем продукции при этом не изменится. Производственная функция для масложировой промышленности в полной мере отвечает условию взаимозаменяемости ресурсов.

Анализ взаимозаменяемости для каждой пары факторов проводится при помощи граничной нормы замещения, определяемой как соотношение рассмотренных выше величин граничной абсолютной эффективности факторов со знаком (—) «минус».

Экономический смысл факторов, входящих в производственную функцию для масложировой промышленности, позволяет дать реальную интерпретацию показателя граничной нормы замещения.

Граничная норма замещения между факторами «масличность семян» и «объем семян», «производственная мощность» и «объем семян» соответственно равны (7), (8).

Это значит, что в соответствии с расчетами (7) повышение масличности семян по Винницкому масложировому комбинату на 1 % равнозначно дополнительной переработке 1824,76 т семян. Иными словами, если повысить масличность семян на 1 %, то можно получить то же количество подсолнечного масла, сократив при этом переработку семян на 1824,76 т.

Если учесть, что за последние годы средняя урожайность подсолнечника составляет приблизительно 13 ц/га, то повышение масличности семян на 1 % при фиксированном значении объема производства позволит освободить из оборота около 1404 га пахотных земель.

Согласно расчетам (8) увеличение производственной мощности на 1 тыс. т равнозначно дополнительной переработке 12,27 т семян.

Показатели граничной нормы замещения используются для выбора оптимальных решений. Они позволяют выбрать стратегию развития предприятия.

Прогнозирование

На основе построенной производственной функции можно составить прогноз исследуемого показателя.

Для проверки пригодности уравнения производственной функции для построения прогноза используется прием «прогноз экс-пост». Суть этого метода состоит в следующем. Имеющийся массив информации делится на две части (периода). Используя первую часть, строят уравнение производственной функции. Если построенное уравнение отвечает принятым требованиям, то на его основе составляется прогноз на следующий период. Наличие прогнозных и фактических данных позволяет оценить точность прогноза (таблица).

Таким образом, составленный по этой методике прогноз для Винницкого МЖК (6 лет — «предыстория», 5 лет — прогноз) свидетельствует о высокой точности результатов: среднее отклонение составляет 0,8 %; максимальное — 1,8 %; минимальное — 0,3 %.

Фактические и прогнозные значения исследуемого показателя, отображенные на рисунке, также свидетельствуют о высокой точности прогноза.

Прогноз на основе производственной функции можно построить на любой период, если имеется информация об ожидаемых значениях факторных характеристик.

Тем не менее, краткосрочные прогнозы особенно эффективны в масложировой промышленности, если воспользоваться опытом сахарной промышленности для получения оперативных данных об ожидаемом валовом сборе сырья и содержании в нем полезного компонента [4].

Результаты краткосрочных прогнозов выполняют роль сигнальной системы, которая оповещает о состоянии исследуемого процесса, а, значит, дает возможность своевременно предотвратить влияние негативных явлений внешней среды.

Economic analysis

The above-mentioned classical production functions (1), (2) represent the production volume dependence upon the labour inputs and production facilities, both, capital assets and floating assets.

Such a composition of the production function is applied on the top management level to the branches of industry, enterprises' associations with a wide range of output.

But at the same time, the canonization of the composition of the production function factors is not always justified [3]. The number and the compound of production function factors are to be determined by the specific character of the under research enterprises (associations, industries). The factor selection is considered to be one of the most important stages of production function development.

Considering the above, we consider the peculiarities of the production function development and analysis for the fat-and-oil industry on the example of JSC "Vinnytsya Oil and Fat Plant".

Building the production function for the under research enterprise requires to account for some specific industry characteristics, namely seasonal nature of production, homogeneous phyto-genic perishable raw materials, oil content of seed, monoprodukt nature of the manufacturing process (sunflower-seed oil is chiefly produced).

The production character stipulates for the compound of production function factors.

So, due to the production technique, the number of production personnel does not determine the production volume.

In general, under the modern conditions of social production development, characterized by the high level of mechanization, industrial automation and computerization, neither the cost of the capital assets nor the volume of production reflect the level of production concentration. The mentioned index is more fully reflected by means of the production capacity, which, as a matter of fact, characterizes the potential possibilities of fixed assets [4].

The factor "subject of labour" in the oil and fat industry is represented in the best way by means of the specific value, *i.e.* quantity of seed to be processed. Apart from the gross seed weight, the oil content is to be included into the production function equation as a separate factor. And, taking into account the monoprodukt character of production, the volume of the produced oil in terms of natural parameters is to be included into the model as the under research resulting index.

Thus the production function for the oil and fat industry may be represented in the equation (3).

The production function (3) is an original and is considered to be an ideal with the complex of such factors.

The equation (3) was realized following the data provided by the JSC "Vinnytsya Oil and Fat Plant" over the period of the previous 11 years. As a result, the production function looks as follows (4).

Each equation is to be tested for logical and statistical adequacy as well as statistical validity.

Logical adequacy means that the developed model corresponds to the under research processes. For the multifactor models, the logical adequacy is tested for arithmetic operators' conformity with the nature of the under research parameter.

Since there is a direct relationship between the factors and the under research index, that is, the increase (decrease) of any factor leads to the increase (decrease) in the under research indicator, then the plus symbols of the unknown variable indicate that the equation is logically adequate to the under research process.

Statistical adequacy and statistical validity of the equation are evaluated according to the system of statistical characteristics and statistical criteria, especially the correlation ratio η , average approximation error $\bar{\varepsilon}$, Fisher criterion F , d-statistics d .

So, according to the calculations, $\eta = 0.99997$; $\bar{\varepsilon} = 0.3\%$; $F_p = 11887.9$; $F_m(p = 0.99) = 3.17$; $d_p = 2.12$; $d_m = 1.75$ (p — estimated value; m — tabulated point; $p = 0.99$ — accepted probability value).

The correlation ratio value η indicates the close connection between the factors and the resulting index. Small value of the average approximation error $\bar{\varepsilon}$ together with the correlation ratio confirms that the equation is adequate to the under research process.

We can assert that the equation is statistically essential, since $F_p > F_m$. Since, $d_p > d_m$, it implies that there is no self-correlation in the equation.

The equation is to be tested for the multicollinearity availability before the equation parameters and characteristics will be examined. Multicollinearity implies a close relation between the sepa-

rate factors. Multicollinearity is considered to be present if the paired correlation index r of the two factors is more than 0.8; that is $r_{x_i x_j} > 0.8$. The multicollinearity presence does not reveal the separate influence on the production output.

Calculations of the paired correlation indexes between the separate factors are as follows: $r_{x_1 x_2} = 0.316$; $r_{x_1 x_3} = 0.476$; $r_{x_2 x_3} = 0.441$.

The presented data indicate that there is no multicollinearity in the equation.

The determination factor η^2 characterizes the aggregate factor influence on the under research index. Its value indicates that all the included into the equation factors determine the production output variations by 99.994 %. In other words, the factors included into the equation, entirely cause the swing in production.

In the exponential or linear-logarithmic equations, the factors of unknown variables (a_i) are the elasticity factors. The latter shows the change of the under research index, if a certain factor changes by one per cent and the rest factors remain fixed.

Relative efficiency of the resources is being characterized by the following evidence. When the seed weight increases (decreases) by 1 per cent, the oil production volume will grow (fall) by 0.9968 % correspondingly; when increasing (decreasing) the oil content of seed by 1 per cent the production volume will increase (decrease) by 1.1367 % correspondingly; production capacity increase (decrease) by 1 per cent will lead to the increase (decrease) in oil production output by 0.033 %.

Considering the seed oil content we are to focus our attention on the following: if one of the factors included into the model is estimated in terms of percentage, then the elasticity coefficient for this factor represents a quasi double percentage. In this case the elasticity coefficient makes no specific economic sense. The other indicators enable interpretation of indexes expressed in terms of percentage. It will be demonstrated below.

Along with the estimation of factors' relative influence on the under research index in the technical and economic analysis, it is also important to estimate the factors' absolute influence on the indicator which is under research, that is to find out the number of units, the under research index will change by, if the certain factor changes by one unit (in terms of accepted unit of measurement) and the rest factors remain fixed.

The absolute factors influence on the resulting index is being estimated in terms of absolute effective output (marginal product, marginal productivity), which can be calculated according to the formula (5).

If we enter the corresponding data into the formula (5), we will get the values of the effective output (6).

So, the absolute marginal resources efficiency is characterized by the following data: when increasing (decreasing) weight in the processed seed by 1 tonne, the production output will increase (decrease) by 0.4321 tonnes; when increasing (decreasing) the seed oil content by 1 per cent, the production output volume will increase (decrease) by 788.4739 tonnes; the increase (decrease) in the production capacity by thousand tonnes will lead to the increase (decrease) in the production volume output by 5.3039 tonnes.

Production capacity exerts indirect influence on the production volume by means of the production season duration. Under the fixed volume of seed, the production season reduction always favours the increase in oil production volume because of the cut down on seed waste during the storekeeping.

Factors, which are the components of the production function equation, are interchangeable. It means that the unit of one resource can be substituted by a certain quantity of the other one in such a way, that the production volume will not change. Production function for the oil and fat industry mostly meets the resources substitution conditions.

Interchangeability analysis for each pair of factors is carried out by means of marginal rate of substitution. Marginal rate of substitution is the ratio between the marginal utilities of factors with the minus sign.

Economic meaning of factors included into the production function for the oil and fat industry enables the interpretation of marginal rate of substitution.

Marginal rate of substitution between the factors "seed oil content" and "seed volume", "production capacity" and "seed volume" is as follows correspondingly (7), (8).

In accordance with the calculations (7), the increase in oil content by 1 per cent is equivalent to the additional processing of seed in the amount of 1824.76 tonnes. In other words, if the seed

oil content is increased by 1 per cent, the same oil production volume will be gained with cutting down the production by 1824.76 tonnes.

Taking into account that for the previous years the average sun flower yield per acre is 13 quintal, the increase in seed oil content by 1 per cent will allow to withdraw 1404 acres of arable land under the fixed production output.

In accordance with the calculations (8) the production capacity increase by 1 thousand tonnes is equal to the additional processing of seed in the quantity of 12.27 tonnes.

The indexes of marginal rate of substitution are used for decision making. They enable an enterprise to select the development strategy.

Forecasting

The developed production function allows to forecast the under research index. In order to verify the adaptability (applicability) of the production function equation to the forecasting process, we use the ex post analysis method.

The available data file is to be divided into two parts (periods). The production function equation is being built on the basis of the first part. If the developed equation answers the established requirements, then the prognosis will be made for the second part. The availability of forecasting information and actual data allows to estimate the forecast precision (table).

Thus the prognosis made by means of this procedure for the JSC "Vinnytsya Oil and Fat Plant" (6 years of prehistory, 5 years of prognosis) indicates the high accuracy of the results: average deviation is 0.8 per cent; maximum deviation is 1.8 per cent; and the minimum deviation is 0.3 per cent).

The actual and forecasting values of the under research index are drawn in Figure "The comparison of the actual and forecasting values of the oil production output" and they also indicate the high forecast precision.

The forecast, based on the production function can be made for any period, under the condition of the availability of the expected values of the factors' peculiarities.

But short-term prognosis in the oil and fat industry is of high efficiency, if we use the experience in the sugar industry. For this purpose we can use the same approaches to the primary obtaining of the expected seed harvest and the content of the useful component.

The results of short — term prognosis acts like a signal system, which informs of the state of the under research process, allowing to prevent negative effects of the external environment.

Висновки

У роботі показано можливість адаптації класичної виробничої функції до особливостей окремих галузей промисловості. Використання запропонованого апарату дослідження на рівні підприємства, об'єднання, галузі дозволяє розкрити і удосконалити інформаційну базу, необхідну для розробки, обґрунтування та прийняття ефективних управлінських рішень. Особливо ефективним є застосування виробничої функції для побудови короткострокових прогнозів.

Выводы

В работе показана возможность адаптации классической производственной функции к особенностям отдельных отраслей промышленности. Использование предложенного аппарата исследования на уровне предприятия, объединения, отрасли позволяет раскрыть и усовершенствовать информационную базу, необходимую для разработки, обоснования и принятия эффективных управленческих решений. Особенно эффективно использование производственной функции для построения краткосрочных прогнозов.

Conclusion

The paper presents the possibility of production function adaptation to the peculiarities of the separate branches of industry. The application of the offered research approaches to the separate enterprise, production association, and branch of industry allows to improve the data base, which is necessary for the decision development, decision substantiation and efficient decision making processes. Production function is rather effective for making short-term prognosis.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. Cobb C. W., Douglas P. H. Theory of Production // American Economic Review. Supplement, 1928, March. — P. 139—165.)
2. Гладишевский А. И. Методические основы построения отраслевых функций выпуска // Экономика и математические методы. — 1976. — Т. 12. — № 6. — С. 1104—1115.
3. Терехов Л., Грабовецкий Б. Исследование факторов роста производства на основе отраслевых производственных функций // Экономика Советской Украины. — 1978. — № 6. — С. 58—61.
4. Грабовецкий Б. Є. Теорія і практика прогнозування в управлінні сучасним виробництвом: буряковий комплекс: Монографія. — Вінниця: Універсум — Вінниця, 2002. — 264 с.
5. Савицкая Г. В. Анализ взаимосвязей в хозяйственной деятельности предприятий. — М.: Финансы, 1970. — 19 с.
6. Литвинов Е. В., Дмитраш В. В., Грабовецкий Б. Е., Литвицкий Г. Ф. Определение изменения уровня концентрации производства с помощью графика Лоренца // Сахарная промышленность. — 1971. — № 8. — С. 47—49.

Рекомендована кафедрою менеджменту та моделювання у економіці

Надійшла до редакції 29.06.05
Рекомендована до друку 1.11.05

Мороз Олег Васильович — завідувач кафедри, **Грабовецький Борис Євсейович** — доцент, **Савчук Лілія Миколаївна** — аспірант.

Кафедра менеджменту та моделювання в економіці, Вінницький національний технічний університет

Мороз Олег Васильевич — заведующий кафедрой, **Грабовецкий Борис Евсеевич** — доцент, **Савчук Лилия Николаевна** — аспирант.

Кафедра менеджмента и моделирования в экономике, Винницкий национальный технический университет

Oleg Moroz — head of the chair, **Boris Grabovetsky** — Assistant Professor, **Lilia Savchuk** — Post-Graduate student.

The Chair of Management and Simulation in the Economics, Vinnytsya National Technical University